

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-338884

(43)公開日 平成6年(1994)12月6日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>H 0 4 L 12/28  
12/24  
12/26

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

8732-5K  
8732-5KH 0 4 L 11/ 00  
11/ 08

3 1 0 C

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 22 頁)

(21)出願番号 特願平5-127124

(22)出願日 平成5年(1993)5月28日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 水谷 功

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電  
気工業株式会社大阪製作所内

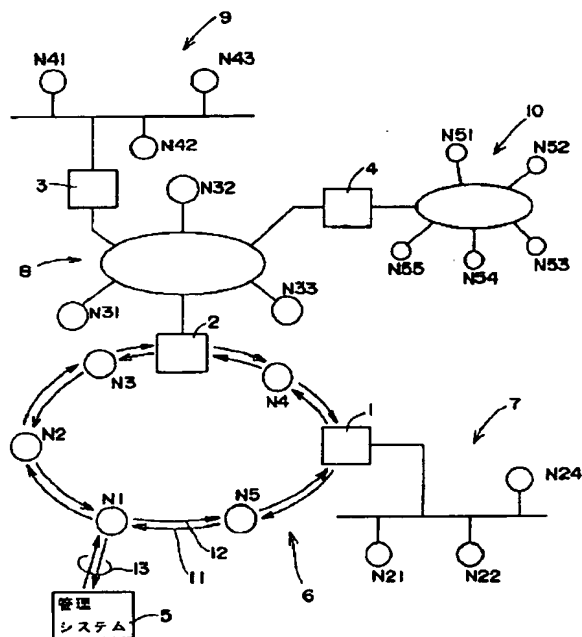
(74)代理人 弁理士 亀井 弘勝 (外1名)

(54)【発明の名称】 ネットワークのノード発見方法

## (57)【要約】

【構成】ネットワークを構成する各ノードは、ネットワーク部とホスト部とからなるIPアドレスを有している。IPルータ1, 2, 3, 4で分割されたIPネットワーク6, 7, 8, 9, 10に包含されている各ノードには、共通のネットワーク部を有するIPアドレスが付与されている。ノードの発見は、IPネットワーク毎に行われる。すなわち、ネットワーク部が共通の全てのIPアドレスを有するノードに対して、そのIPアドレスのノードが存在しているか否かにかかわらず、通信要求を発生する。実際に存在するノードは、通信要求に回答するから、その結果としてノードのIPアドレスが取得される。

【効果】ネットワークを構成するノードを自動的に発見することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】論理アドレスの一部を共有する1つ以上のノードで構成されたネットワーク毎に、当該ネットワークを構成するノードを発見する方法であって、既知の論理アドレスに基づき、論理アドレスの一部が共通の任意の論理アドレスを有する全てのノードに対して、その論理アドレスのノードが存在しているか否かにかかわらず、通信要求を発生するステップと、上記通信要求に対する各ノードの応答に基づいて、各ノードの論理アドレスを取得するステップとを含むことを特徴とするネットワークのノード発見方法。

【請求項2】上記論理アドレスを取得するステップに引き続き、上記取得された論理アドレスに基づいて、各ノードの属性を問い合わせるステップをさらに含むことを特徴とするネットワークのノード発見方法。

【請求項3】論理アドレスの一部を共有する1つ以上のノードで構成されたネットワーク毎に、当該ネットワークを構成するノードを発見する方法であって、既知の論理アドレスに基づき、論理アドレスの一部が共通の任意の論理アドレスを有する全てのノードに対して、その論理アドレスのノードが存在しているか否かにかかわらず、通信要求を発生する第1ステップと、上記通信要求に対する各ノードの応答に基づいて、各ノードの論理アドレスを取得する第2ステップと、上記取得された論理アドレスに基づいて、各ノードの属性を問い合わせる第3ステップと、この第3ステップの問い合わせによって取得された属性に基づいて、上記論理アドレスが取得されたノードの中に、他のネットワークとの接続のための中継装置が存在するかどうかを調べる第4ステップと、中継装置が存在する場合に、その中継装置に接続された上記他のネットワークに対応した論理アドレスを取得する第5ステップと、この第5ステップで取得された論理アドレスに基づき、上記他のネットワークに対して上記第1乃至第5の各ステップを行う第6ステップとを含むことを特徴とするネットワークのノード発見方法。

【請求項4】ノードを発見する処理を開始したネットワークに対して予め設定した数の中継装置を介して接続された範囲内のネットワークに関して上記第1乃至第6の各ステップを繰り返し行うことを特徴とする請求項3記載のネットワークのノード発見方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ネットワークを管理するための管理システムなどに適用され、管理対象のネットワークを構成する各ノードの論理アドレスやその属性などを取得するために用いられるネットワークのノード発見方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ローカル・エリア・ネットワークなどのネットワークを管理するために、ネットワークには、管理システムがノードの1つとして接続される。管理システムは、コンピュータシステムおよび表示装置などを備え、ネットワークの構成に関する管理や、ネットワークに生じた種々の障害の発見などを行う。

【0003】ネットワークを新たに構築したり既存のネットワークに新たな管理システムを導入する場合には、管理システムが備えるデータベースに、ネットワークに接続された個々のノードに関する情報を登録する必要がある。少なくとも、個々のノードの論理アドレスは予め登録しておく必要がある。論理アドレスとは、たとえばTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) におけるIPアドレスなどを指し、ネットワーク管理者が各ノードに付与するアドレスである。各ノードは、このような論理アドレスと、個々のノードのハードウェアに与えられた物理アドレスとを有する。

【0004】ネットワークの構成は、ノードが新たに接続されたり既存のノードが削除されたりすることによって変化するから、管理システムのデータベースの内容は、一定期間毎に更新して、ネットワーク構成の現状に対応させておく必要がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のようにネットワークを新たに構築したり、既存のネットワークに新たな管理システムを導入する場合には、少なくともそのネットワークに接続された各ノードの論理アドレスを登録しておく必要があるが、従来では、この論理アドレスの登録は手作業によっていた。すなわち、管理対象のネットワークに接続されたノードの論理アドレスを予め調べておき、この調べておいた論理アドレスをキー入力などの操作によって入力していた。そのため、管理システムを導入する際の作業が繁雑であるという問題があった。同様の問題は、ネットワーク構成が変更された場合にも生じる。

【0006】このような問題は、ネットワークを構成するノードを自動的に発見して、その論理アドレスを取得することができれば解決されと考えられる。そこで、本発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、ネットワークを構成するノードを自動的に発見するための方法を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための請求項1記載のネットワークのノード発見方法は、論理アドレスの一部を共有する1つ以上のノードで構成されたネットワーク毎に、当該ネットワークを構成するノードを発見する方法であって、既知の論理アドレスに基づき、論理アドレスの一部が共通の任意の論理アドレスを有する全てのノードに対して、その論理アドレスの

ノードが存在しているか否かにかかわらず、通信要求を発生するステップと、上記通信要求に対する各ノードの応答に基づいて、各ノードの論理アドレスを取得するステップとを含むことを特徴とする。

【0008】請求項2記載の方法は、上記論理アドレスを取得するステップに引き続き、上記取得された論理アドレスに基づいて、各ノードの属性を問い合わせるステップをさらに含むことを特徴とする。また、請求項3記載の方法は、論理アドレスの一部を共有する1つ以上のノードで構成されたネットワーク毎に、当該ネットワークを構成するノードを発見する方法であって、既知の論理アドレスに基づき、論理アドレスの一部が共通の任意の論理アドレスを有する全てのノードに対して、その論理アドレスのノードが存在しているか否かにかかわらず、通信要求を発生する第1ステップと、上記通信要求に対する各ノードの応答に基づいて、各ノードの論理アドレスを取得する第2ステップと、上記取得された論理アドレスに基づいて、各ノードの属性を問い合わせる第3ステップと、この第3ステップの問い合わせによって取得された属性に基づいて、上記論理アドレスが取得されたノードの中に、他のネットワークとの接続のための中継装置が存在するかどうかを調べる第4ステップと、中継装置が存在する場合に、その中継装置に接続された上記他のネットワークに対応した論理アドレスを取得する第5ステップと、この第5ステップで取得された論理アドレスに基づき、上記他のネットワークに対して上記第1乃至第5の各ステップを行う第6ステップとを含むことを特徴とする。

【0009】さらに、請求項4記載の方法は、ノードを発見する処理を開始したネットワークに対して予め設定した数の中継装置を介して接続された範囲内のネットワークに関して上記第1乃至第6の各ステップを繰り返し行うことを特徴とする。

【0010】

【作用】本発明では、論理アドレスの一部を共有する1つ以上のノードで構成されたネットワーク毎に、当該ネットワークを構成するノードの発見が行われる。具体的には、既知の論理アドレスに基づいて、論理アドレスの一部が共通の任意の論理アドレスを有する全てのノードに対して、その論理アドレスのノードが存在しているか否かにかかわらず、通信要求を発生する。この場合、実際に存在しているノードのみが応答するから、この応答したノードから当該ノードの論理アドレスを取得できる。このようにして、1つのネットワークを構成する各ノードの論理アドレスが得られる。換言すれば、1つのネットワークを構成する各ノードが発見される。

【0011】なお、論理アドレスが取得されれば、この取得された論理アドレスに基づいて各ノードの属性をさらに取得することができる。また、取得された属性に基づいて、論理アドレスが取得されたノードの中に、他の

ネットワークとの接続のための中継装置が存在するかどうかを調べ、中継装置が存在する場合に、その中継装置に接続された上記他のネットワークに対応した論理アドレスを取得すれば、当該他のネットワークに関しても各ノードの論理アドレスを取得することができる。

【0012】このような処理を繰り返していけば、中継装置を辿っていくことにより、ノードの発見を複数のネットワークに対して次々と行える。この場合に、ノードの発見を行うネットワークの範囲は、たとえば、ノードの発見を開始したネットワークに対して予め設定した数の中継装置を介して接続されている範囲としてもよい。

【0013】

【実施例】以下では、本発明の実施例を、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の一実施例のネットワークのノード発見方法が適用されるTCP/IPネットワークの構成例を示すブロック図である。このネットワークは、中継装置であるIPルータ1, 2, 3, 4によって接続された複数のIPネットワーク6, 7, 8, 9, 10を有している。IPネットワーク6, 7, 8, 9, 10は、イーサネット、トークンリングやFDDIなどの形式のネットワークである。

【0014】各ネットワークは、ノードN1, N2, …; N11, N12, …; N21, N22, …; N31, N32, …; N41, N42, …を有している。IPルータ1, 2, 3, 4は、そのルータによって相互接続される各ネットワークの共通のノードとなる。たとえば、IPネットワーク10は、逆方向に情報を伝送する2本の光ファイバ11, 12で二重リングを構成したFDDI (Fiber Distributed Data Interface) からなるバックボーンネットワークである。このバックボーンネットワークの1つのノードN1からは支線13が出ており、この支線13にネットワーク管理システム5が、1つのノードとして接続されている。すなわち、ネットワーク管理システム5は、支線13を介してバックボーンネットワークのリング中に介装されている。

【0015】各ノードは、ハードウェアに依存した物理アドレスと、ハードウェアに依存しない論理アドレスとしてのIPアドレスとを有している。さらに、各ノードは、ネットワークと接続されるインタフェース毎にIPアドレスを有している。IPアドレスには、論理的なネットワーク・グループの大きさにより、クラスA, B, C, D, Eの5種類がある。たとえば、クラスBでは、各ノードやインタフェースに付与されるIPアドレスは4バイトからなり、上位2バイトがネットワーク部とよばれ、下位2バイトがホスト部とよばれる。ネットワーク部は、同一のIPネットワークに接続される全てのノードおよびインタフェースのIPアドレスに対して共通であり、ホスト部は各IPネットワークに属するノード毎に異なっている。また、ホスト部の一部をサブネット

マスクとして用いることにより、ネットワーク部を共有する複数のノードおよびインタフェースをさらに階層的に論理分けすることもできる。

【0016】なお、ホスト部のビットを全て「0」にしたアドレスはネットワークアドレスと呼ばれ、そのネットワーク部の値が共通のノードを含むIPネットワークを指定する際に用いられる。本実施例では、このIPネットワークを単位として、各IPネットワークを構成しているノードの発見が行われる。図2は、管理システム5の基本構成を示すブロック図である。管理システム5は、CPU（中央処理装置）などからなる処理装置31を有している。処理装置31には、バス32を介して、キー入力部33、メモリ34、データベース35、表示装置36およびインタフェース37が接続されている。インタフェース37は、管理システム5をバックボーンネットワークであるIPネットワーク6に接続させるためのものである。

【0017】管理システム5は、図1に示されたネットワークを構成する各ノードの論理アドレスおよび属性を取得するためのノード発見機能を有している。具体的には、処理装置31は、インタフェース27を介して各種のプロトコルを送信することにより各ノードからの情報を得て、ネットワーク構成などに関する情報をメモリ34に書き込む。メモリ34とデータベース35の間では、ネットワーク構成などに関する情報が授受される。

【0018】ネットワーク構成などに関する情報は、IPネットワーク毎に管理される他、複数のIPネットワークをグループ化したネットグループ毎にも管理される。ノードの発見処理は、図3を参照して次に説明するIPネットワーク毎に行われる。端的に言えば、IPルータ15、16によって分割された範囲が処理対象のIPネットワーク30である。すなわち、ノード21、22、23、・・・、27は、たとえそれらがブリッジ（ノード22、25）やハブによってさらにイーサネットE1、E2、E3に分割されていたとしても、1つのIPネットワーク30に属するものとして処理される。したがって、イーサネットE1、E2、E3は識別されず、ノード21、22、23、・・・、27がIPネットワーク30内に存在していることのみが識別される。IPネットワークを構成する各ノードは、上述のようにIPアドレスのネットワーク部を共有している。なお、以下では、IPネットワークのことを、単に「ネットワーク」というものとする。

【0019】図4は、管理システム5のノード発見機能による全体の動作を説明するためのフローチャートである。ステップS1では、操作者によって、既知のルータのIPアドレスまたは既知のネットワークアドレスが入力される。すなわち、ノード発見処理を行うためには、少なくとも1つのノードのIPアドレス（管理システム5自身のIPアドレスであってもよい。）またはネット

ワークアドレスが既知であることが必要である。ステップS1では、さらに、ノード発見処理範囲を定めるためのホップカウントHopも入力される。

【0020】この入力操作に応答して、ネットワークのノードを発見する処理であるネットワークディスカバリ処理が行われる（ステップS2）。すなわち、入力されたIPアドレスと共通のネットワーク部を有するノードを発見する処理が行われる。このとき、ノードの中にIPルータが存在しているときには、このIPルータを介して接続された他のネットワークに対しても同様なノード発見処理が行われる。このようにして、IPルータを辿ってノードの発見が行われていくが、このようなノード発見処理が行われる範囲が上記のホップカウントHopによって定められる。

【0021】ステップS2におけるノード発見処理の結果として得られた情報はメモリ34を介してデータベース35に蓄積される（ステップS3）。図5は、上記のホップカウントHopによって定められるノード発見処理範囲を説明するための図である。たとえば、処理の起点としてIPルータ41を指定し、このIPルータ41のIPアドレスを入力するとともに、ホップカウントHopとして「3」を入力したとする。このとき、IPルータ41が接続されたネットワークに関するネットワークディスカバリ処理51（図中シンボル「○」で表す。）が行われ、この処理51によって別のIPルータ42が発見されたとする。このとき、新たなネットワークディスカバリ処理52が生成され、IPルータ42が接続された別のネットワークに関するノード発見処理が行われる。この際、ネットワークディスカバリ処理51は、ホップカウントHopを1だけデクリメントしてネットワークディスカバリ処理52に引き渡す。同様に、ネットワークディスカバリ処理52においてIPルータ43が発見されると、別のネットワークディスカバリ処理53が生成されて、1だけデクリメントされたホップカウントHopの値「1」が引き渡される。また、ネットワークディスカバリ処理53によって2つのIPルータ44、45が発見されたとすれば、各IPルータ44、45毎にネットワークディスカバリ処理54、55が生成され、これらの処理54、55に対して1だけデクリメントされたホップカウントHopの値「0」が引き渡される。

【0022】ネットワークディスカバリ処理では、ホップカウントHopの値が「0」未満であるときには、処理を行わないようにされている。そのため、ノード発見処理は、IPルータ44、45が接続されたネットワークで終了する。このようにして、IPルータを超えるとホップカウントHopがデクリメントされることにより、ノードの発見を開始したネットワークに対して予め設定した数のIPルータを介して接続された範囲内のネットワークに関してノード発見処理を行わせることが

できる。

【0023】図6は、ネットワークディスカバリ処理によって生成されてメモリ34に（またはメモリ34を介してデータベース35に）格納される情報の構成を示す図である。ネットワークディスカバリ処理は、たとえば、オブジェクト指向言語で記述されたソフトウェアにより実現され、情報の集合としての種々のオブジェクトが生成される。すなわち、根源の情報としてのルートオブジェクト、ネットグループに関する情報の集合であるネットグループオブジェクト、ネットグループに含まれるネットワークに関する情報の集合であるネットワークオブジェクト、ノードに関する情報の集合であるノードオブジェクト、ノードが有する個々のインタフェースに関する情報の集合であるインタフェースオブジェクトが生成される。

【0024】これらのオブジェクトは、木構造にアタッチ（接続）される。すなわち、ネットグループオブジェクトはルートオブジェクトにアタッチされ、ネットワークオブジェクトはネットグループオブジェクトにアタッチされ、ノードオブジェクトはネットワークオブジェクトにアタッチされ、インタフェースオブジェクトはノードオブジェクトにアタッチされる。インタフェースオブジェクトはさらに、二点鎖線で示されているように、そのインタフェースが接続されているネットワークに対応したネットワークオブジェクトにもアタッチされる。

【0025】たとえば、IPルータのようにネットワーク間を接続するノードはインタフェースを複数個有しているが、その場合には、個々のインタフェースに対応したインタフェースオブジェクトが作成される。各インタフェースオブジェクトは、対応するインタフェースを介して接続されているネットワークのネットワークオブジェクトにアタッチされる。この場合、ノードオブジェクトは複数個のネットワークオブジェクトにアタッチされることになる。

【0026】なお、ネットグループは、或るネットグループが複数のネットグループを包含するように階層的に形成させることもでき、この場合には、ネットグループオブジェクトが他のネットグループオブジェクトにアタッチされる。或るオブジェクトを他のオブジェクトにアタッチするには、一方のオブジェクト内のポインタに他方のオブジェクトのオブジェクト識別子（OID）を書き込めばよい。

【0027】図7は、ネットワークディスカバリ処理を実行するためにメモリ34の一部の記憶領域を用いて形成されるテーブルを示す図である。すなわち、ネットワークディスカバリ処理では、ノード発見処理が終了したネットワークのネットワークアドレスを格納するためのディスカバリ終了ネットワークリスト、ノード発見処理の過程で取得したIPアドレスを一次記憶するためのIPアドレステーブル、および後述するARP（Address R

esolution Protocol）テーブルが用いられる。

【0028】図8および図9は、ネットワークディスカバリ処理を説明するためのフローチャートである。IPルータのIPアドレスもしくはネットワークアドレスおよびホップカウントHopの値がキー入力部33から入力された場合、または、ネットワークディスカバリ処理中のIPルータが発見された結果としてネットワーク処理が生成された場合には、ステップa1において、まず、ホップカウントHopが1だけデクリメントされる。そして、デクリメント後のホップカウントHopが零未満なら処理を終了する（ステップa2）。

【0029】デクリメント後のホップカウントHopが零以上であれば、ステップa3において、メモリ34にアクセスして、処理対象のネットワークのIPルータのインタフェースオブジェクトが取得される。そして、このインタフェースオブジェクトから、当該インタフェースオブジェクトに対応したインタフェースのIPアドレスとサブネットマスクとが取得される（ステップa4）。

【0030】次に、ステップa5では、ステップa4で取得されたインタフェースのIPアドレスに基づき、そのインタフェースが接続されているネットワーク（すなわちネットワークディスカバリ処理対象のネットワーク）が、ディスカバリ終了ネットワークリスト（図7参照）に登録されているかどうか調べられる。登録されていれば図9のステップa13に処理が移り、登録されていないときには、そのネットワークに対するディスカバリ処理が未処理であるものとして、ステップa6に移る。

【0031】ステップa6では、処理対象のネットワークに対応したネットワークオブジェクトが新たに作成されるとともに、そのネットワークのネットワークIPアドレスがディスカバリ終了リストに登録される。このステップa6における処理の詳細は、図10および図11に示されている。すなわち、まず、ステップ601において、処理対象のネットワークのネットワークアドレスを用いて、対応するネットワークオブジェクトが検索される。処理対象のネットワークに対応したネットワークオブジェクトが見つからなければ、処理は、図8のステップa7に移る（ステップ602）。

【0032】ネットワークオブジェクトが見つかった場合には、そのネットワークオブジェクトから、ローカル／リモートフラグおよびネットワークタイプが取得される。ローカル／リモートフラグとは、処理対象のネットワークが、管理システム5が接続されているネットワーク（このようなネットワークを、以下「ローカルネットワーク」という。）であるのか、それとも、その処理対象のネットワークと管理システム5との間にIPルータが介在されているリモートネットワークであるのかを表すフラグである。また、ネットワークタイプとは、FD

10

20

30

40

50

DI、イーサネット、トークンリングなどの種別である。

【0033】ステップ604では、処理対象のネットワークがローカルネットワークでかつFDDIであるかが調べられる。図1に示された構成の場合には、管理システム5はFDDIで構成されたバックボーンネットワークに接続されているから、もしも、管理システム5が接続されているネットワークが処理対象であれば、肯定的な判断がなされる。ただし、管理システムは必ずしもFDDIに接続される必要はなく、本実施例のネットワークディスカバリ処理は、管理システムがFDDI以外のネットワークに接続されている場合についても適用可能である。

【0034】処理対象のネットワークがローカルネットワークでかつFDDIであるときには、ステップ605で、「ローカルFDDIネットワークディスカバリ処理」を依頼して処理を終了する。この「ローカルFDDIネットワークディスカバリ処理」は、ローカルFDDIの特殊性を利用してノードの情報を詳細に取得するためのものであり、その詳細については後述する。

【0035】処理対象のネットワークが、リモートネットワークであるか、または、FDDI以外のタイプであるときには、ステップ606に移る。ステップ606では、処理対象のネットワークのネットワークアドレスと図8のステップa4で取得したサブネットマスクとを上位側のビットに用い、かつ、下位側のビットであるホスト部を1から順にインクリメントしながらIPアドレスを生成し、生成したIPアドレスを宛先としてICMP (Internet Control Message Protocol) エコーフレームが送信される。すなわち、処理対象のネットワークに含まれるノードが有する可能性のある全てのIPアドレスが、そのIPアドレスに対応するノードが存在しているか否かにかかわらず生成され、この生成されたIPアドレスを宛先としたICMPエコーフレームが送信される。ICMPエコーフレームは、通信要求に相当する。これにより、生成されたIPアドレスに対応したノードが実際に存在していれば、そのノードはIPアドレスとMAC (Media Access Control) アドレス (物理アドレス) との対を送り返す。ノードが存在していないIPアドレスに関しては応答がないことになる。送信されるIPアドレスおよびMACアドレスは、そのノードが備える各インタフェースのアドレスである。

【0036】ICMPエコーフレームに回答して個々のノードから送信されたIPアドレスおよびMACアドレスとの対は、処理対象のネットワークがローカルネットワークの場合には管理システム5が備える図外のテーブルに格納され、処理対象がリモートネットワークの場合には、管理システム5と処理対象のネットワークとの間に介在されたIPルータのうちで最も処理対象のネットワークに近いIPルータが備えるIP-MACテーブル

に格納される。このIP-MACテーブルは、IPルータに標準的に備えられているものである。IPルータは、このIP-MACテーブルを用いて、IPルータを超えて伝送されるべき情報を中継する。

【0037】さて、ステップ606の処理が終了すると、次に、図11のステップ607において、このネットワークディスカバリ処理においてこれから生成しようとするネットワークオブジェクトがアタッチされるべきネットグループオブジェクトをメモリ34から検索する。該当するネットグループオブジェクトが見つければ処理はステップ611に移り、処理対象のネットワークに対応したネットワークオブジェクトを作成し、作成したネットワークオブジェクトをステップ607で検索したネットグループオブジェクトにアタッチする (ステップ612)。一方、ステップ607において、アタッチすべきネットグループオブジェクトが見つからなければ、ネットグループオブジェクトを新たに作成する (ステップ609)。そして、作成したネットグループオブジェクトをルートオブジェクトにアタッチした後に (ステップ610)、処理対象のネットワークに対応したネットワークオブジェクトを作成し (ステップ611)、それをステップ609で作成したネットグループオブジェクトにアタッチする (ステップ612)。その後の処理は、図8のステップa7に移る。

【0038】図8のステップa7では、処理対象のネットワーク内に存在するノードのIPアドレスがIPアドレステーブルにプッシュされる。具体的には、処理対象のネットワークがローカルネットワークである場合には、上述の管理システム5内の図外のテーブルからIPアドレスを取得して、これをIPアドレステーブルに格納する。また、処理対象のネットワークがリモートネットワークである場合には、SNMP (Simple Network Management Protocol) プロトコルを用いて、処理対象のネットワークに最も近いIPルータの上記IP-MACテーブルに蓄えられた全てのIPアドレスを取得し、これをIPアドレステーブルに格納する。このようにしてIPアドレステーブルに格納されたIPアドレスには、ノード自身のアドレスと、各ノードが備える各インタフェースのアドレスとが含まれている。

【0039】次に、図9のステップa8では、IPアドレステーブルからIPアドレスがポップされる。IPアドレステーブル内のIPアドレスが無い場合には (ステップa9)、ステップa13に移る。IPアドレスがあったときには、メモリ34にアクセスして、そのIPアドレスに基づいてインタフェースオブジェクトを検索する (ステップa10)。

【0040】ステップa11では、インタフェースオブジェクトが見つかったかどうかに基づいて、そのIPアドレスに対応したノードオブジェクトが既に作成されているかどうか判断される。既に作成されていれば、ス

ステップa 8に戻る。ノードオブジェクトが未作成の場合には、ステップa 1 2において、ステップa 8でポップしたIPアドレスのノードを処理対象のノードとし、この処理対象のノードからノードの属性などの情報を収集する。そして、収集した情報を用いて、ノードオブジェクトを生成し、さらに、そのノードが有するインタフェースに対応したインタフェースオブジェクトを生成する。この処理の詳細については、次に述べる。

【0041】ステップa 1 2での処理後には、ステップa 1 3において、次に処理すべきインタフェースオブジェクトが有るかどうか調べられ、有ればステップa 3 10  
に戻り、なければ処理を終了する。これにより、IPルータが有する全てのインタフェースに関して、ステップa 3以降の処理が行われることになり、全インタフェースに関してインタフェースオブジェクトが作成される。

【0042】図12および図13は、上記のステップa 1 2における処理の詳細を説明するためのフローチャートである。まず、IPアドレステーブルからポップしたIPアドレスをキーにして、SNMPプロトコルを用いて、処理対象のノードからそのノードの属性に関する情報 20  
を取得する(ステップ1201)。すなわち、ノードの種別に関する情報sysObjectID(たとえばベンダおよびプロダクトに関する情報)、ノードがサポートしているプロトコルの階層に関する情報sysServices、ノードが有しているインタフェースの数ifNumberを問い合わせる。

【0043】ステップ1202では、SNMPプロトコルを用いたステップ1201での問い合わせに対して応答があったかどうかに基づいて、処理対象のノードがSNMPプロトコルをサポートしているかどうか判断される。サポートしていないときには、ステップ1205に進む。SNMPプロトコルがサポートされているときには、さらに、ステップ1203において、SNMPプロトコルを用いて、処理対象のノードが有する全てのインタフェースに関して、インタフェースタイプifType(FDDI、イーサネット、専用回線などの種別)およびインタフェースのMACアドレス(ifPhysAdress)を問い合わせる。他にも、同様に、SNMPプロトコルを用いてMIB(Management Information Base)のアトリビュートであるipAdEntAddr(各インタフェースのIPアドレス)、ipAdEntIfIndex(インタフェースの番号と等しいインタフェースの識別コード)、ipAdEntNetMask(各インタフェースのサブネットマスク)が問い合わせられる。

【0044】その後は、ステップ1204において、取得した情報sysObjectIDおよびsysServicesに基づいて、処理対象のノードのタイプが決定される。ノードのタイプとは、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、サーバ、ルータ、ブリッジなどのことである。そして、次にステップ1205では、処理対象のノードに対応したノードオブジェクトが作成される。ステップ1204でノードのタイプが定められた場合には、そのタイプに対応した 50

ノードオブジェクトが作成される。

【0045】ステップ1205aでは、処理対象のノードが有するインタフェースの1つに対応したインタフェースオブジェクトを作成するに当たり、その生成すべきインタフェースオブジェクトが、処理対象となっているネットワークに対応したネットワークオブジェクトにアタッチされるべきものであるかどうか判断される。肯定的な判断がなされると、図13のステップ1216に進んでインタフェースオブジェクトが新たに作成される。

【0046】ステップ1205aで否定的な判断がなされたとすれば、インタフェースオブジェクトを作成しようとしているインタフェースはネットワークディスカバリ処理の処理対象のネットワークに接続されたインタフェースではない。この場合には、ステップ1206において、インタフェースオブジェクトを作成しようとしているインタフェースのIPアドレス(図9のステップa 8でポップしたアドレス)に基づいて、このインタフェースに接続されたネットワークのネットワークアドレスが求められる。そして、メモリ34にアクセスして、当該ネットワークアドレスに対応したネットワークオブジェクトが 40  
検索される。

【0047】そして、ネットワークオブジェクトが見つかったかどうか判断される(ステップ1207)。ネットワークオブジェクトが見つかる場合とは、処理対象になっているインタフェースに接続されたネットワークに属する少なくとも1つのノードについての処理が完了している場合である。一方、ネットワークオブジェクトが見つからない場合とは、インタフェースに接続されたネットワークに含まれるノードに関する処理が全く行われていない場合である。

【0048】ネットワークオブジェクトが見つかった場合には、図13のステップ1214に進み、見つからなければ当該ネットワークディスカバリ処理によってこれから生成しようとしているネットワークオブジェクトをアタッチすべきネットグループオブジェクトが検索される(ステップ1208)。ネットグループオブジェクトが見つ 40  
かればステップ1214に進み、見つからなければ図13のステップ1210に進んでネットグループオブジェクトを新たに作成する。

【0049】作成されたネットグループオブジェクトは、ステップ1211においてルートオブジェクトにアタッチされ、さらにネットワークオブジェクトが作成されて(ステップ1212)、ネットグループオブジェクトにアタッチされる(ステップ1213)。次に、ステップ1201で取得したノードの属性に基づいて処理対象のノードがIPルータかどうかを調べ(ステップ1214)、IPルータであれば新たなネットワークディスカバリ処理を依頼する(ステップ1215)。すなわち、新たに発見されたIPルータを基に、新たなネットワークディスカバリ処理が並行して行われることになる。この場合、新たに生成され

るネットワークディスカバリ処理に対して、ホップカウントHopならびにIPルータのネットワークアドレスおよびサブネットマスクが引き渡される。

【0050】ステップ1216では、処理対象になっているインタフェースに対応したインタフェースオブジェクトが作成される。そして、ステップ1217では、作成したインタフェースオブジェクトの数が処理対象のノードのインタフェースの数ifNumberに達したかどうか判断される。そして、さらにインタフェースオブジェクトを作成すべきインタフェースが残っている場合には、ステップ1205aに移る。処理対象のノードが有する全インタフェースに関してインタフェースオブジェクトを作成し終えた場合には、ステップ1205において作成したノードオブジェクトに対して、ステップ1216で作成されたインタフェースオブジェクトがアタッチされる（ステップ1218）。さらに、ステップ1219では、作成されたノードオブジェクトとインタフェースオブジェクトとが、インタフェースに対応したネットワークオブジェクトにアタッチされる。

【0051】このようにして、図6に示した木構造のオブジェクト群が作成されていく。上述のようにして、本実施例では、IPアドレスのネットワーク部を共有する1つ以上のノードで構成されたネットワーク毎に、そのネットワークを構成するノードの発見が行われる。すなわち、既知のIPルータのIPアドレスや既知のネットワークアドレスに基づき、共通のネットワーク部を有する全てのIPアドレスが生成され、そのIPアドレスのノードが存在しているか否かにかかわらず、ICMPエコーフレームが送信される。これにより、実際に存在しているノードのみが応答し、その結果、処理対象のネットワークを構成するノードのIPアドレスが取得される。すなわち、そのネットワークを構成する各ノードが発見される。

【0052】その後は、取得されたIPアドレスに基づいて各ノードの属性がさらに取得される。そして、取得された属性に基づき、IPアドレスが取得されたノードの中に、他のネットワークとの接続のためのIPルータが存在するかどうか調べられる。IPルータがあるときには、このIPルータに接続された他のネットワークに対応したIPアドレスが、別に生成されたネットワークディスカバリ処理によって取得される。このようにして、IPルータを辿って複数のネットワークを構成するノードが次々と発見される。この場合、ノード発見処理が行われる範囲は、最初に入力されるホップカウントHopによって定まる。

【0053】このようにして、本実施例によれば、管理システム5は、自動的にノードを発見し、そのノードに関する情報を取得してデータベース35に蓄積していくことができる。図14および図15は、図10のステップ605での依頼に基づいて行われるローカルFDDI

ネットワークディスカバリ処理を説明するためのフローチャートである。この処理は、管理システム5自身が1つのノードとして接続されているローカルネットワーク内のノードを発見するための処理であり、ローカルネットワークがFDDIである場合に行われる。

【0054】ステップb1では、管理システム5自身に関する情報を取得する。この処理の詳細は次の(1)～(8)のとおりである。なお、管理システム5自身の情報は、予めメモリ34またはデータベース35に登録されているものとする。

(1) メモリ34にアクセスして、自己のMACアドレスを得る。

(2) 取得したMACアドレスに基づいて、管理システム5自身が有するインタフェースに対応したインタフェースオブジェクトを検索する。

【0055】(3) 検索されたインタフェースオブジェクトから、管理システム5自身のIPアドレスと、ノードオブジェクトのオブジェクト識別子OIDを取得する。このオブジェクト識別子OIDは、インタフェースオブジェクトをノードオブジェクトにアタッチさせるためのポインタに格納されている。

(4) (3)で取得したオブジェクト識別子に基づいて管理システム5自身のノードオブジェクトを取得し、このノードオブジェクトから、ノード名、ノードタイプ、および当該ノードオブジェクトがアタッチされているネットワークオブジェクトのオブジェクト識別子OIDを取得する。

【0056】(5) (4)で得られた識別子に基づいてネットワークオブジェクトを取得し、このネットワークオブジェクトから、ネットワークタイプ、ネットワークアドレス、サブネットマスク、および当該ネットワークオブジェクトがアタッチされているネットグループオブジェクトの識別子を取得する。

(6) (5)で取得したネットワークアドレスおよびサブネットマスクを上位ビット側に用い、下位ビット側であるホスト部を1から順にインクリメントしながらIPアドレスを生成し、生成されたIPアドレスを宛先として、ICMPエコーフレームを送信する。この処理は、図10のステップ606の処理と同様な処理であり、ローカルネットワーク内のノードは、自己のIPアドレスを宛先としたICMPフレームを受信すると、それに応答してIPアドレスとMACアドレスとの対を含む情報を送信する。このIPアドレスおよびMACアドレスの対は、管理システム5が備える図外のテーブルに格納される。

【0057】(7) (1)で取得したMACアドレスを用いて、管理システム5自身のポートタイプを問い合わせる。ポートタイプとはコンセントレータのポートのことであり、FDDIの幹線に接続されるAポートおよびBポート、他のノードを接続させるためのMポート、な



らびに、Mポートに接続されるべきSポートがある。

(8)(1)で取得したMACアドレスを用いて、管理システム5の上流局のMACアドレスを問い合わせる。FDDIでは、リング状にノードが接続されており、各ノードは、上流局および下流局のMACアドレスを保持している。もちろん、ノードの1つである管理システム5に関しても同様である。そこで、この管理システム5自身が保持している上流局のMACアドレスがこのステップで取得される。

【0058】このようにして、管理システム5自身の情報が取得されると、処理は、図14のステップb2に移る。このステップでは、ARP (Address Resolution Protocol) プロトコルが用いられ、ステップb1内の(6)の処理によって管理システム5内の図外のテーブルに格納されたIPアドレスとMACアドレスとの対が取得されて、ローカルFDDI中に存在するノードのリストが作成される。このノードのリストは、IPアドレスとMACアドレスとの対を各ノード毎に有するものであり、このリストのことを以下では「ARPテーブル」という(図7参照)。

【0059】次に、ステップb3では、ステップb1内の(8)の処理によって取得された上流局のMACアドレスを用いて、当該上流局のインタフェースに対応したインタフェースオブジェクトを検索する。インタフェースオブジェクトが見つからなければ、当該上流局に対応するノードオブジェクトが存在していないものとして(ステップb4)、ステップb5において、ノードオブジェクトおよびインタフェースオブジェクトが新たに生成される。インタフェースオブジェクトが見つければ、当該上流局に対応したノードオブジェクトが既に存在しているものと判断されて、ステップb5の処理は省かれる。

【0060】ステップb5における処理の詳細は、図16、図17および図18に示されている。すなわち、まず、上流局のMACアドレスを基にARPテーブルを検索し、当該上流局のIPアドレスが求められる(ステップ501)。ARPテーブルに登録されていない場合には(ステップ502)、未使用のIPアドレスが付与された後に(ステップ503)、ステップ509に移る。ARPテーブルから上流局のIPアドレスが得られた場合には、そのIPアドレスをキーにして、SNMPプロトコルを用いて、処理対象のノードからそのノードの属性に関する情報を取得する(ステップ504)。すなわち、ノードの種別に関する情報sysObjectID、ノードがサポートしているプロトコルの階層に関する情報sysServices、ノードが有しているインタフェースの数ifNumberを問い合わせる。

【0061】次に、ステップ505では、MACアドレスをキーとして、SMT (Station Management) プロトコルを用い、処理対象のノードのさらに詳細な属性が問

い合わせられる。すなわち、マスタポートの数MasterCnt、接続先のポートタイプPctype、接続状態ConnectStateが問い合わせられる。マスタポートとは、当該ノードに対して他のノードを従属接続させることができるポートである。

【0062】ステップ506では、取得した情報sysObjectID およびsysServices ならびにMACアドレスに基づいて、処理対象のノードのタイプが決定される。すなわち、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、サーバ、ルータ、ブリッジなどの種別が決定される。ステップ507では、SNMPプロトコルを用いたステップ504での問い合わせに対して応答があったかどうかに基づいて、処理対象のノードがSNMPプロトコルをサポートしているかどうか判断される。サポートしていないときには、ステップ509に進む。SNMPプロトコルがサポートされているときには、さらに、ステップ508において、SNMPプロトコルを用いて、処理対象のノードが有する全てのインタフェースに関して、インタフェースタイプifType (FDDI、イーサネット、専用回線などの種別) およびインタフェースのMACアドレスIfPhysAddress を問い合わせる。他にも、同様に、SNMPプロトコルを用いてMIB (Management Information Base) のアトリビュートであるipAdEntAddr (各インタフェースのIPアドレス)、ipAdEntIfIndex (インタフェースの番号と等しいインタフェースの識別コード)、ipAdEntNetMask (各インタフェースのサブネットマスク) が問い合わせられる。

【0063】そして、次にステップ509では、処理対象のノードに対応したノードオブジェクトが作成される。次のステップ510(図17参照)では、処理対象のノードが有するインタフェースの1つに対応したインタフェースオブジェクトを作成するに当たり、その生成すべきインタフェースオブジェクトが、処理対象となっているネットワーク(すなわち、ローカルネットワーク)に対応したネットワークオブジェクトにアタッチされるべきものであるかどうか判断される。肯定的な判断がなされると、ステップ519に進んでインタフェースオブジェクトが新たに作成される。

【0064】ステップ510で否定的な判断がなされたとすれば、インタフェースオブジェクトを作成しようとしているインタフェースはネットワークディスカバリ処理の処理対象のネットワーク(すなわち、ローカルネットワーク)に接続されたインタフェースではない。この場合には、ステップ511において、インタフェースオブジェクトを作成しようとしているインタフェースのIPアドレス(ステップ501で取得したアドレス)に基づいて、このインタフェースに接続されたネットワークのネットワークアドレスが求められる。そして、メモリ34にアクセスして、当該ネットワークアドレスに対応したネットワークオブジェクトが検索される。

【0065】さらに、ネットワークオブジェクトが見つかったかどうか判断される(ステップ512)。ネットワークオブジェクトが見つかる場合とは、処理対象になっているインタフェースに接続されたネットワークに属する少なくとも1つのノードについての処理が完了している場合である。一方、ネットワークオブジェクトが見つからない場合とは、インタフェースに接続されたネットワークに含まれるノードに関する処理が全く行われていない場合である。

【0066】ネットワークオブジェクトが見つかった場合には、ステップ519に進み、見つからなければ当該ネットワークディスカバリ処理によってこれから生成しようとしているネットワークオブジェクトをアタッチすべきネットグループオブジェクトが検索される(ステップ513)。ネットグループオブジェクトが見つければステップ517に進み、見つからなければステップ515に進んでネットグループオブジェクトを新たに作成する。

【0067】作成されたネットグループオブジェクトは、ステップ516においてルートオブジェクトにアタッチされ、さらにネットワークオブジェクトが作成されて(ステップ517)、ネットグループオブジェクトにアタッチされる(ステップ518)。次に、処理対象になっているインタフェースに対応したインタフェースオブジェクトが作成される(ステップ519)。そして、ステップ520(図18参照)では、作成したインタフェースオブジェクトの数が処理対象のノードのインタフェースの数ifNumberに達したかどうか判断される。そして、さらにインタフェースオブジェクトを作成すべきインタフェースが残っている場合には、ステップ510に移る。処理対象のノードが有する全インタフェースに関してインタフェースオブジェクトを作成し終えた場合には、ステップ521において作成したノードオブジェクトに対して、ステップ519で作成されたインタフェースオブジェクトがアタッチされる(ステップ521)。さらに、ステップ522では、作成されたノードオブジェクトとインタフェースオブジェクトとが、インタフェースに対応したネットワークオブジェクトにアタッチされる。

【0068】このようにして、図6に示した木構造のオブジェクト群が作成される。再び図14を参照する。ステップb5において上述のようにしてノードオブジェクトおよびインタフェースオブジェクトが作成された後に、処理対象のノードに対して、SMTプロトコルを用いてポートタイプおよびポート数を問い合わせる(ステップb6)。ポートタイプとは、処理対象のノードに備えられたポートが、FDDIの幹線に直接接続されているのか、それとも間接的に接続されているのかの種別である。

【0069】次に、ステップb7では、処理対象のノード

の接続状態が調べられる。そして、その時点におけるノードの接続状態に対応する情報に基づき、ノードオブジェクトとネットワークオブジェクトとの接続関係などが更新される。すなわち、処理対象のノードに対応した情報がメモリ34に既に記憶されている場合には、その情報は、その後生じた構成変更などを反映した情報に更新される。

【0070】ステップb8では、SMTプロトコルを用い、処理対象のノードに対して、その上流局のMACアドレスを問い合わせる。そして、得られたMACアドレスが処理を開始したノードのアドレス(スタートMACアドレス)、すなわち、管理システム5自身のMACアドレスに等しいかどうか判断される(ステップb9)。上流局のMACアドレスがスタートMACアドレスに等しくなければ、ステップb4に戻り、等しいときには、図15のステップb10に処理が移る。

【0071】ステップb10では、管理システム5のノードから上流局に順にノードをたどっていき、ポートタイプがdirectのノード、すなわち、FDDIの幹線に直接接続されているノードを探す。このようなノードが見つかったときには、そのノードを起点として、下流局に順にノードをたどってインタフェースをチェックする。これにより、各ノードのインタフェースに関するより詳細な情報を取得する。

【0072】次に、各ノードのインタフェースオブジェクトに、上流局および下流局のノードに対応したノードオブジェクトのオブジェクト識別子OIDをセットする(ステップb11)。これにより、ノード相互間の接続に関する情報が作成される。FDDIでは、ノードがリング状に接続されているため、ノード相互間の繋がりについての情報も、ネットワーク管理を行う上で必要となる。この情報が、ステップb11で作成される。

【0073】以上のようにして、ローカルFDDIに関しては、MACアドレスをキーとしたSMTプロトコルを用いることによって、各ノードのより詳細な属性が取得され、さらに、ノード相互間の接続に関する情報も取得される。次に、本発明の第2の実施例について説明する。本実施例では、上述の第1の実施例とはほぼ同様な手法によって、各ノードに関する情報が取得されるが、図10のステップ606および図14のステップb1の上記(6)に対応する処理と、図8のa7に対応する処理とが異なっている。

【0074】具体的に説明すると、図10のステップ606の処理の代わりに、いわゆるマルチキャストが行われる。マルチキャストとは、処理対象のネットワークに対応したネットワーク部を上位ビットに有し、ホスト部のビットを全て「1」としたIPアドレスを送信することである。このマルチキャストにより、処理対象のネットワークに含まれている各ノードは、そのネットワークがローカルネットワークであるかリモートネットワーク

10

20

30

40

50

であるかにかかわらず、そのIPアドレスを、送信元である管理システム5に送信する。送信されてきたIPアドレスは、管理システム5が備える図外のテーブルに格納される。このようにして、管理システム5は、処理対象のネットワークがリモートネットワークである場合であっても、そのネットワークに最も近いIPルータに蓄えられたIPアドレスを取得するための処理を経ることなく、その処理対象のネットワーク内のノードのIPアドレスを取得できる。

【0075】図14のステップb1の上記の(6)に対応する処理も、上述のマルチキャストを用いた処理により代替できることは明らかであろう。本発明の実施例の説明は以上のとおりであるが、本発明は上記の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【0076】

【発明の効果】以上のように本発明のネットワークのノード発見方法によれば、既知の論理アドレスに基づいて、論理アドレスの一部が共通の任意の論理アドレスを有する全てのノードに対して、その論理アドレスのノードが存在しているか否かにかかわらず、通信要求を発生し、この通信要求に応答したノードからそのノードの論理アドレスを取得できる。このようにして、1つのネットワークを構成する各ノードの論理アドレスが得られ、ノードを自動的に発見することができる。

【0077】なお、論理アドレスが取得されれば、この取得された論理アドレスに基づいて各ノードの属性をさらに取得することができる。そこで、取得された属性に基づいて、論理アドレスが取得されたノードの中に、他のネットワークとの接続のための中継装置が存在するかどうかを調べ、中継装置が存在する場合には、その中継装置に接続された上記他のネットワークに対応した論理アドレスを取得すれば、当該他のネットワークに関しても各ノードの論理アドレスを取得することができる。

【0078】このような処理を繰り返し行えば、中継装置を辿っていくことにより、ノードの発見を複数のネットワークに対して次々と行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のネットワークのノード発見方法が適用されるネットワークの構成を簡略化して示すブロック図である。

【図2】上記実施例の方法によりノードの発見を行う管理システムの基本構成を示すブロック図である。

【図3】ノード発見処理を行う際の処理単位となるIPネットワークを説明するためのブロック図である。

【図4】ノード発見を行うための全体の処理を説明する

ためのフローチャートである。

【図5】ノード発見処理範囲を説明するための図である。

【図6】ネットワークディスカバリ処理によって構築されるオブジェクト群の構成を示す図である。

【図7】ネットワークディスカバリ処理で用いられるテーブルを説明するための図である。

【図8】ネットワークディスカバリ処理を説明するためのフローチャートである。

【図9】ネットワークディスカバリ処理を説明するためのフローチャートである。

【図10】ネットワークオブジェクトを作成するための詳細な処理を説明するためのフローチャートである。

【図11】ネットワークオブジェクトを作成するための詳細な処理を説明するためのフローチャートである。

【図12】ノードオブジェクトおよびインタフェースオブジェクトを作成するための詳細な処理を説明するためのフローチャートである。

【図13】ノードオブジェクトおよびインタフェースオブジェクトを作成するための詳細な処理を説明するためのフローチャートである。

【図14】ローカルFDDIネットワークディスカバリ処理を説明するためのフローチャートである。

【図15】ローカルFDDIネットワークディスカバリ処理を説明するためのフローチャートである。

【図16】ノードオブジェクトおよびインタフェースオブジェクトを生成するための詳細な処理を説明するためのフローチャートである。

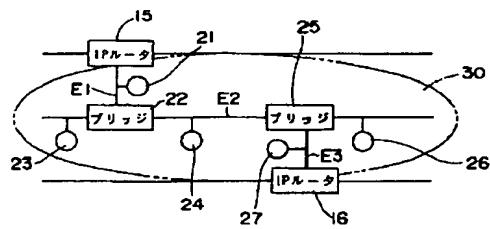
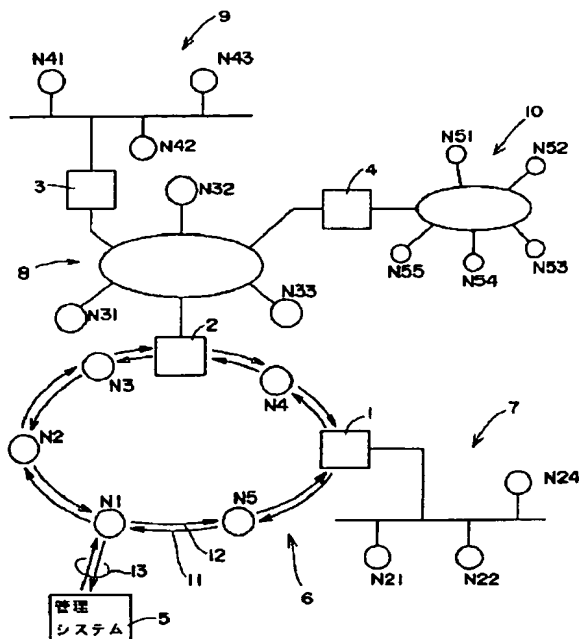
【図17】ノードオブジェクトおよびインタフェースオブジェクトを作成するための詳細な処理を説明するためのフローチャートである。

【図18】ノードオブジェクトおよびインタフェースオブジェクトを作成するための詳細な処理を説明するためのフローチャートである。

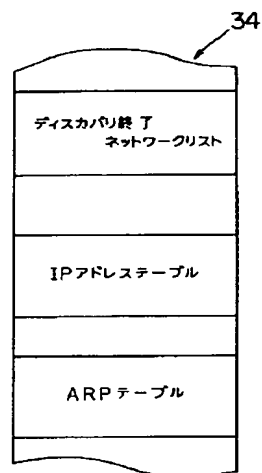
【符号の説明】

1, 2, 3, 4	IPルータ
5	管理システム
6, 7, 8, 9, 10	IPネットワーク
N1, N2, …… ; N21, …… ; N31, …… ; N41, …… ; N51, ……	ノード
15, 16	IPルータ
30	IPネットワーク
31	処理装置
34	メモリ
41, 42, 43, 44, 45	IPルータ

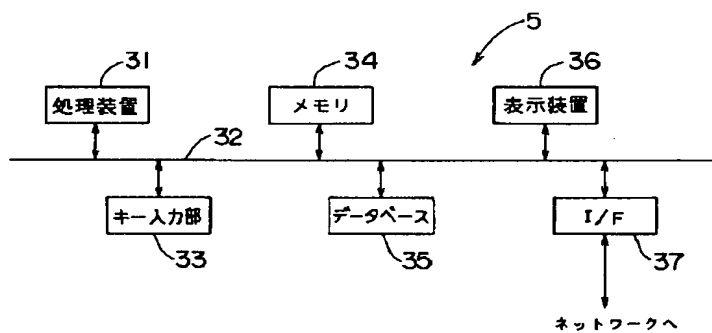
【図 3】



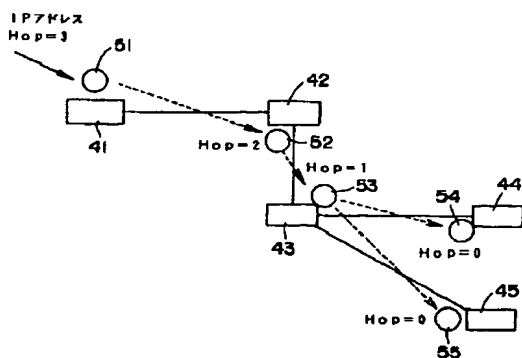
【図7】



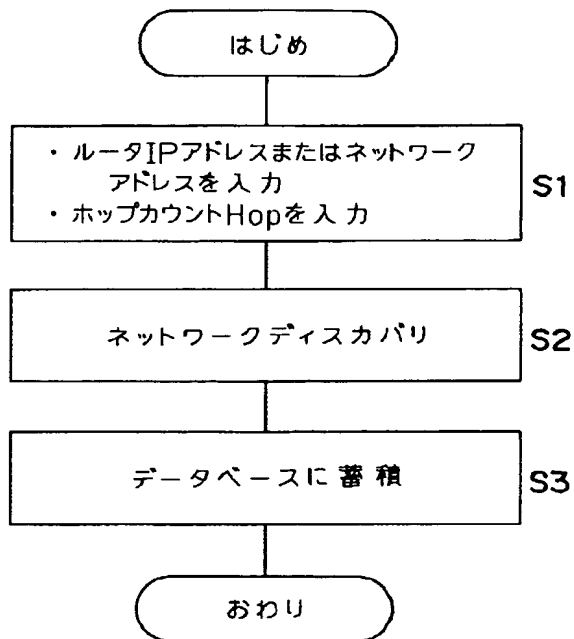
【圖2】



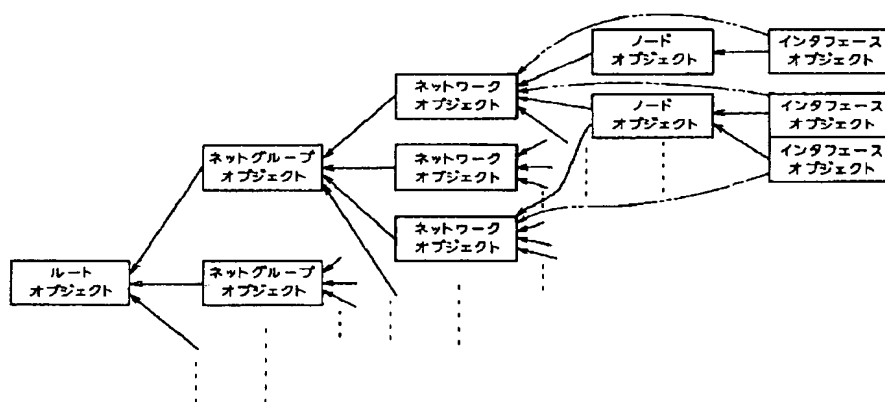
【図5】



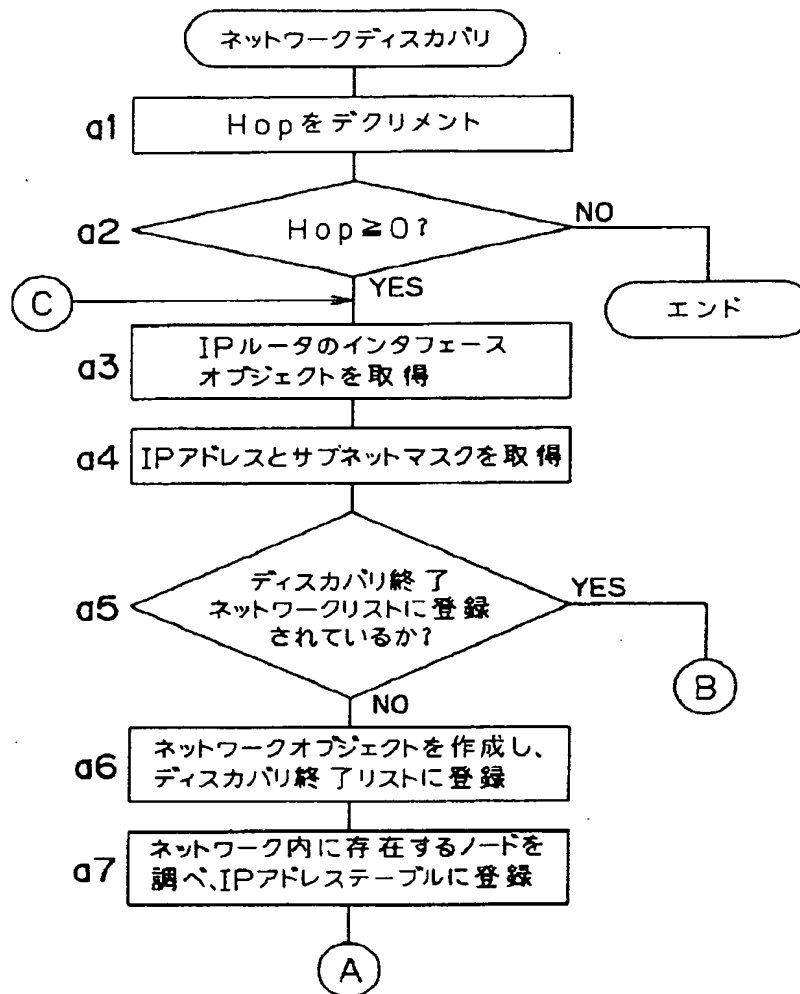
【図4】



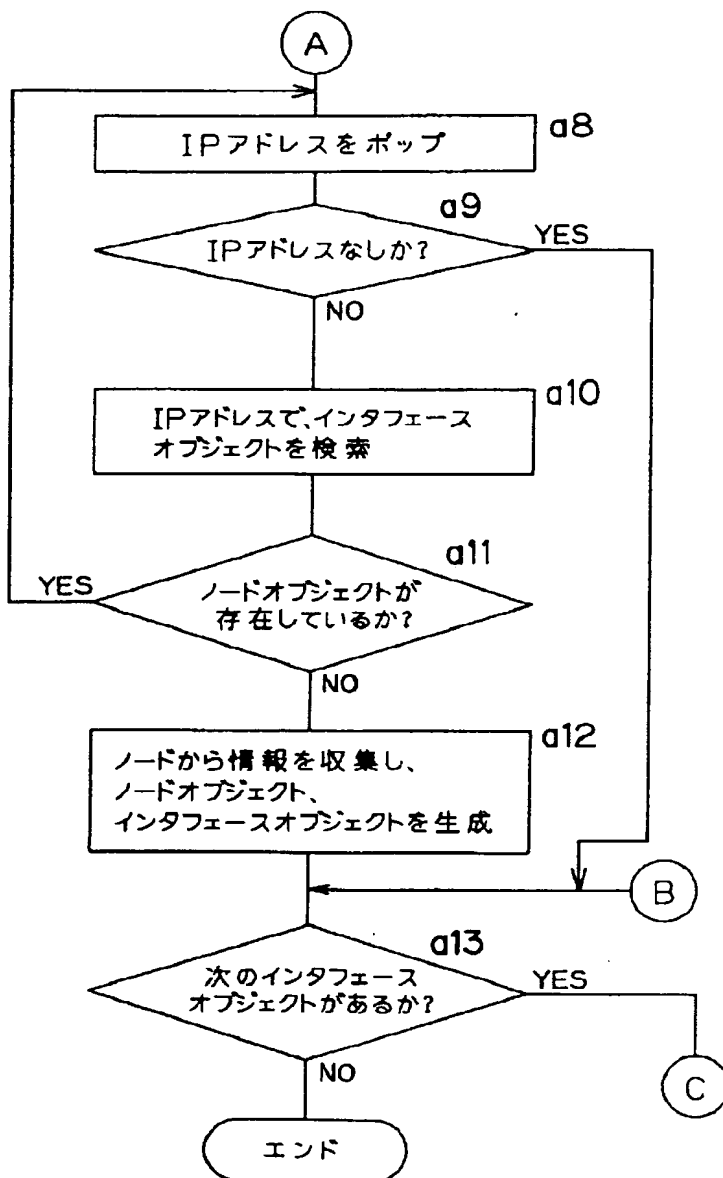
【図6】



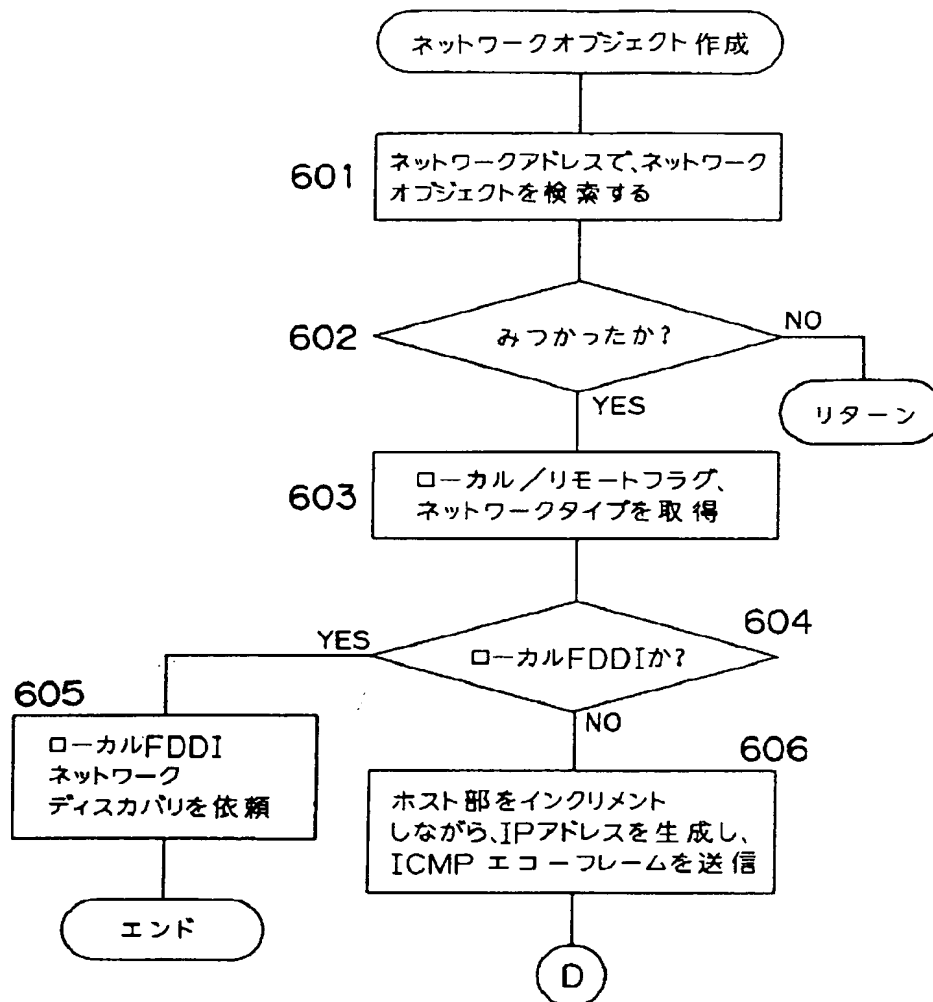
【図8】



【図9】

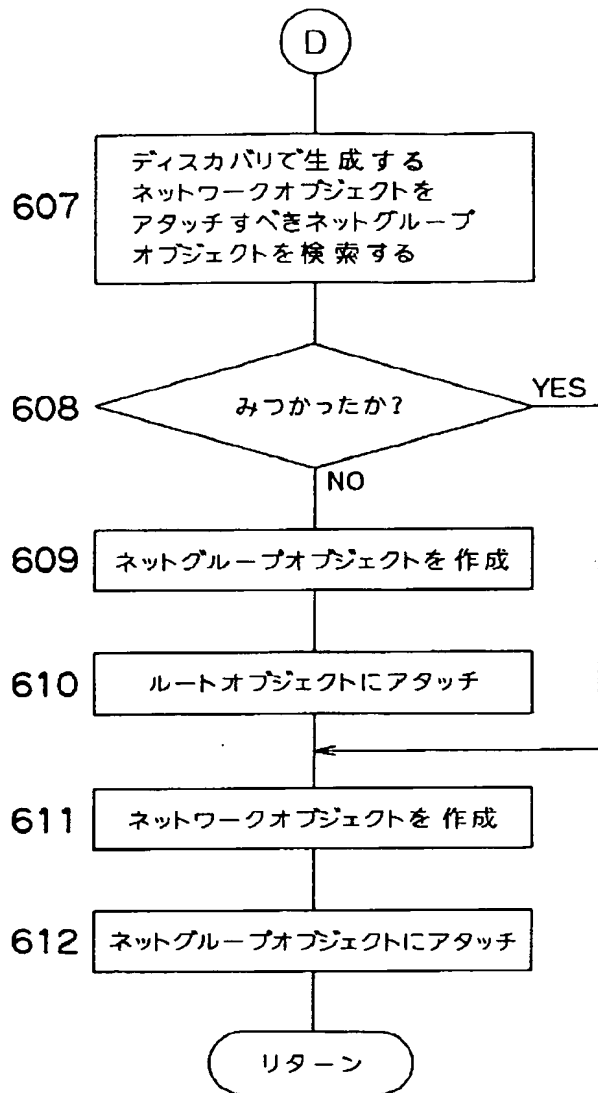


【図10】

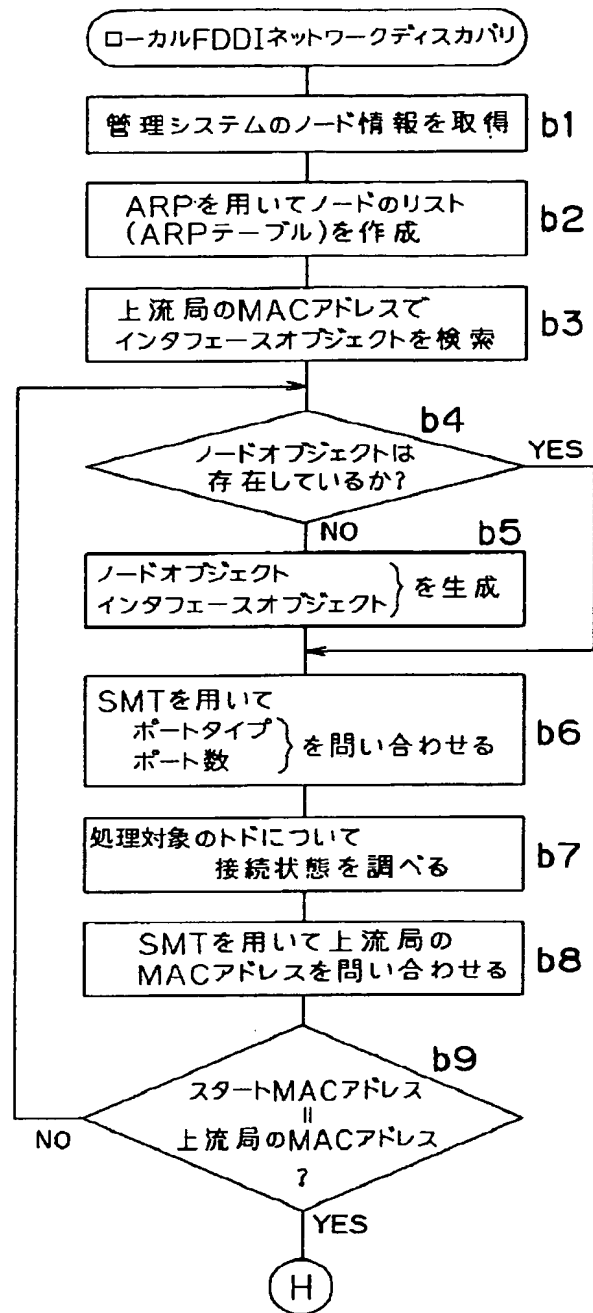




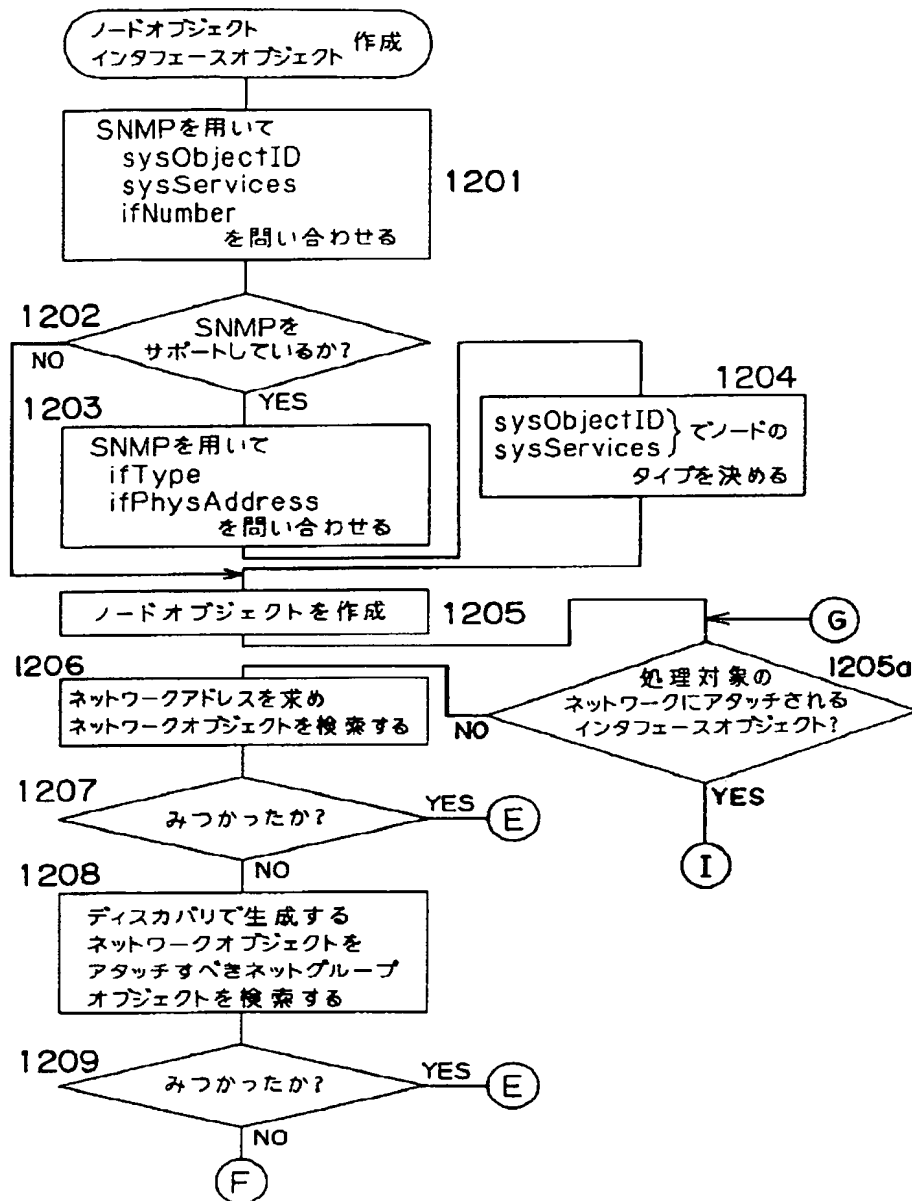
【図11】



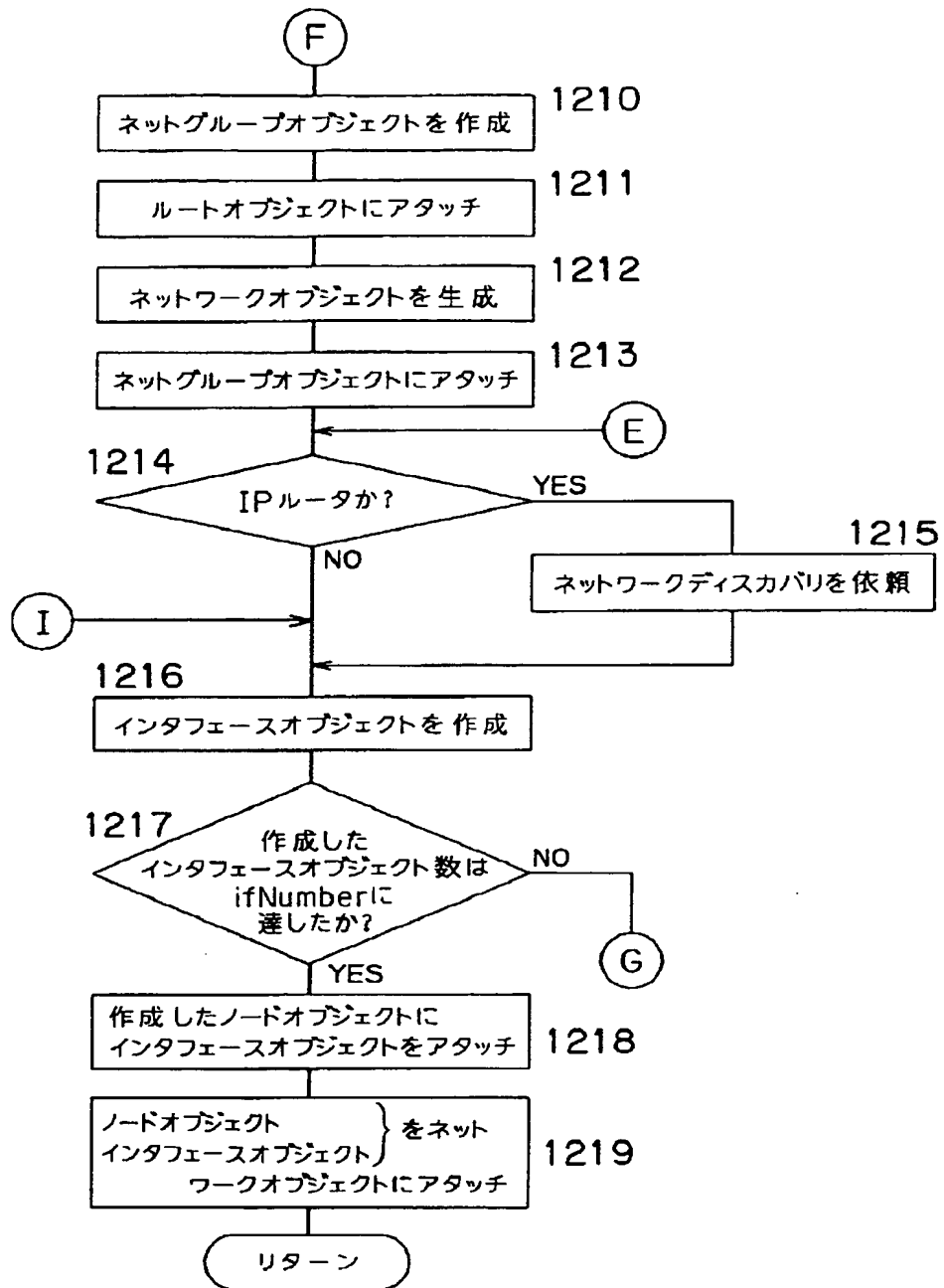
【図14】



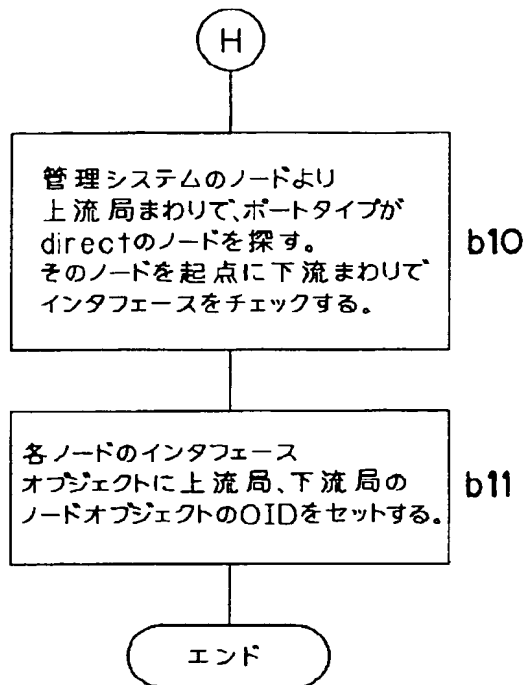
【図12】



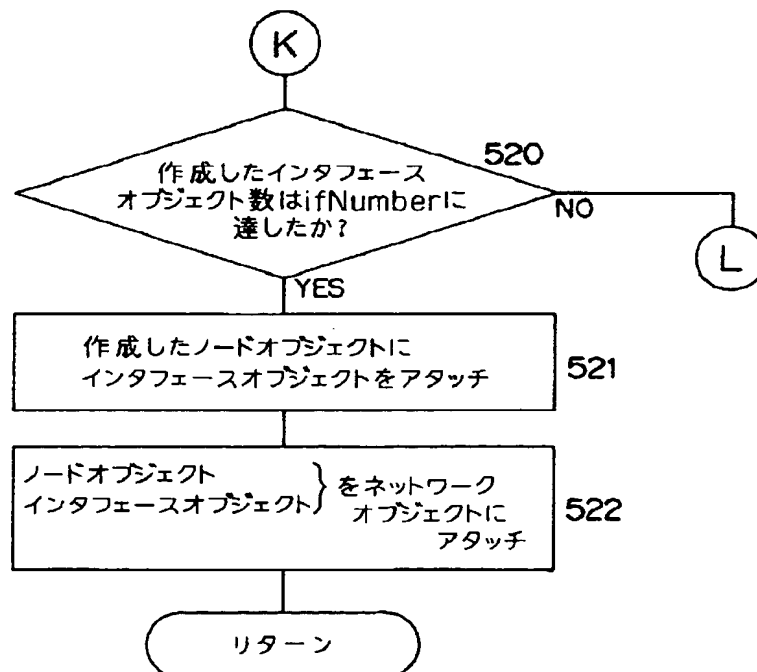
【図13】



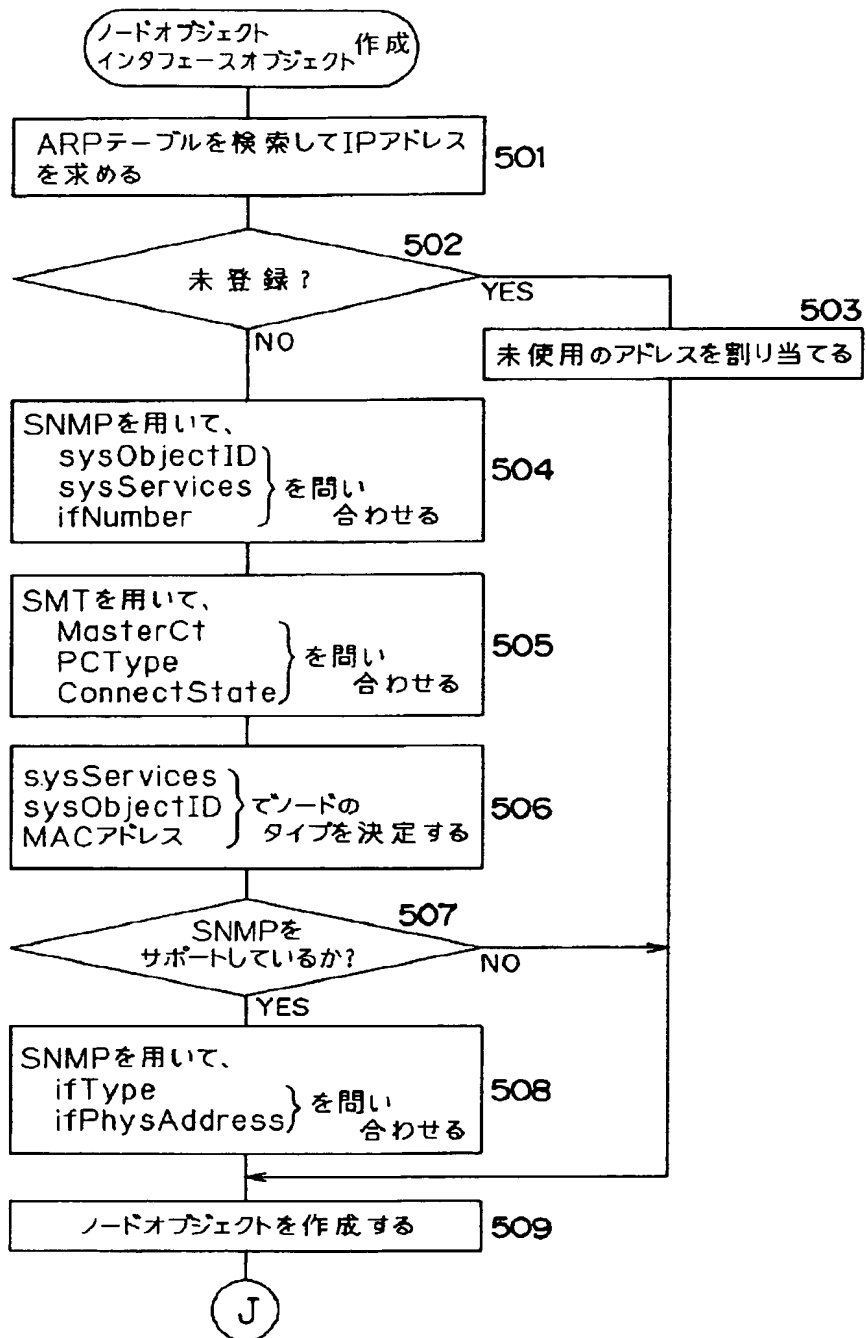
【図15】



【図18】



【図16】



【図17】

